

⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑪ DE 3341652 C2

⑦ Aktenzeichen: P 33 41 652.4-21
⑧ Anmeldetag: 18. 11. 83
④ Offenlegungstag: 5. 6. 85
⑥ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 23. 12. 87

F16 H 59/24
⑤ Int. Cl. 4:
B 60 K 41/04
F 16 H 5/60

OS= 59/58

DE 3341652 C2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:
Dr.Ing.h.c. F. Porsche AG, 7000 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:
Beeck, Peter op de, Nokere, BE; Wüst, Rainer,
Dipl.-Ing. (FH), 7135 Wiernsheim, DE; Stelter,
Norbert, Dipl.-Ing., 7251 Weissach, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-OS 30 12 896
DE-OS 30 03 749
DE-OS 29 34 477
DE-OS 28 11 574
DE-OS 27 17 256
EP 00 93 832

DE-Z.: Zeitschrift: ATZ 85, Heft 6/1983, S.401-405;

⑤④ Einrichtung zur Steuerung einer Kupplungs-Getriebe-Einheit

DE 3341652 C2

Patentansprüche

1. Steuereinrichtung für eine Kupplungs-Getriebe-Einheit, insbesondere eines mit einer Brennkraftmaschine auszustatten Kraftfahrzeugs, wobei die Brennkraftmaschine mittels eines Leistungssteuerorgans, vorzugsweise Fahrpedals, beeinflussbar ist und die Gänge der Getriebeeinheit über Schaltprogramme wenigstens abhängig von der Stellung des Fahrpedals und der Motordrehzahl automatisch geschaltet werden und ein der Stellung des Fahrpedals proportionales Fahrpedalsignal (φ) zyklisch und/oder antizyklisch abgetastet wird und mit dem abgetasteten Fahrpedalsignalwert ($\varphi(t)$) die über Abtastintervalle (ΔT) erfaßten und abgespeicherten Fahrpedalsignalwerte ($\varphi(t-i\Delta T)$, $i = 0, 1, 2, \dots, m$) fortlaufend aktualisiert werden und diese abgespeicherten Fahrpedalsignalwerte zur Gewinnung einer Umschaltstrategie zwischen einem verbrauchsoptimierten und einem leistungsoptimierten Fahrprogramm herangezogen werden, dadurch gekennzeichnet, daß aus den abgespeicherten Fahrpedalsignalwerten ($\varphi(t-i\Delta T)$, $i = 0, 1, 2, \dots, m$) eine den Fahrstil eines Fahrers und/oder eine Fahrsituation bewertende Fahrpedalaktivität ($\bar{\varphi}$) berechnet und zur Beeinflussung von Grenzwerten für Schaltentscheidungen derart herangezogen wird, daß der Übergang vom verbrauchsoptimierten zum leistungsoptimierten Schaltprogramm stetig erfolgt.
2. Steuereinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Querschleunigung (q) des Kraftfahrzeugs mittels eines Querschleunigungssensors (8) erfaßt und mit einem Wert (q_{max}) verglichen wird, wobei ein Hochschalten der Kupplungs-Getriebe-Einheit (1) unterbunden wird, sofern die Querschleunigung (q) den Wert (q_{max}) überschreitet.
3. Steuereinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltentscheidungen durch Vergleich und/oder logische Verknüpfung der Grenzwerte mit durch Messung gewonnenen Signalen, wie z. B. Querschleunigung (q), Verzögerung (v), Bremsvorgang, Schubtrieb und Getriebeausgangsdrehzahl (n), sowie mit den aus der Getriebeausgangsdrehzahl (n) und dem eingelegten Gang (k) berechneten Werten Getriebeeingangsdrehzahl ($n(k)$), Getriebeeingangsdrehzahl im nächsthöheren Gang ($n(k+1)$) und Getriebeeingangsdrehzahl im nächstniedrigen Gang ($n(k-1)$) getroffen werden.
4. Steuereinrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Grenzwerte für Schaltentscheidungen, die durch die Fahrpedalaktivität ($\bar{\varphi}$) verändert werden, die Werte:

- Schaltgrenze für Hochschaltung,
- Schaltgrenze für Rückschaltung,
- Breite der zur Schaltberuhigung zu einer Schalthysterese (nachfolgend Schalthysteresenbreite genannt) auseinandergezogenen verbrauchsoptimierten Schaltlinie,
- Minimaldrehzahl im eingelegten Gang,
- Maximaldrehzahl im eingelegten Gang,
- Minimaldrehzahl im nächsthöheren Gang,
- Maximaldrehzahl im nächstniedrigen Gang,
- Maximale Querschleunigung, die noch eine Hochschaltung erlaubt,

- Minimale Verzögerung, oberhalb der beim Bremsen eine Rückschaltung erfolgt,
- Maximal mögliche Drehzahl im nächstniedrigen Gang, die beim Bremsen noch eine Rückschaltung zuläßt,
- Wartezeit, bis hochgeschaltet wird,

umfaßt.

5. Steuereinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Fahrpedalaktivität ($\bar{\varphi}$) aus einer gewichteten Summe der abgespeicherten Fahrpedalsignalwerte ($\varphi(t-i\Delta T)$, $i = 0, 1, 2, \dots, m$) und/oder aus der gewichteten Summe der Änderungen der Fahrpedalsignalwerte ($\varphi(t-i\Delta T)$) zwischen je zwei Abtastintervallen berechnet wird.

6. Steuereinrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß mit wachsender Fahrpedalaktivität ($\bar{\varphi}$) die Grenzwerte

- Schaltgrenze für Hochschaltung,
- Minimaldrehzahl im eingelegten Gang,
- Maximaldrehzahl im eingelegten Gang,
- Minimaldrehzahl im nächsthöheren Gang,
- Maximaldrehzahl im nächstniedrigen Gang,
- Maximal mögliche Drehzahl im nächstniedrigen Gang, die beim Bremsen noch eine Rückschaltung zuläßt,
- Wartezeit, bis hochgeschaltet wird,

erhöht werden und daß die Grenzwerte

- Schaltgrenze für Rückschaltung,
- Schalthysteresenbreite,
- Maximale Querschleunigung, die noch eine Hochschaltung erlaubt,
- Minimale Verzögerung oberhalb der beim Bremsen noch eine Rückschaltung erfolgt,

verringert werden.

7. Steuereinrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Fahrpedalaktivität ($\bar{\varphi}$) in Abhängigkeit von einem Rücksetzsignal auf einen Grundwert, insbesondere Anfangswert, gesetzt wird.

8. Steuereinrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Grundwert dem Wert der Fahrpedalaktivität ($\bar{\varphi}$) bei einem über ($m+1$) Abtastintervallen unbetätigten Fahrpedal entspricht.

9. Steuereinrichtung nach den Ansprüchen 7 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Rücksetzsignal aus einem oder mehreren durch Messung und/oder Rechnung gewonnenen Signal (-en), wie z. B. Querschleunigung (q) und/oder Verzögerung (v) und/oder Bremsvorgang und/oder Schubtrieb und/oder Getriebeeingangsdrehzahl ($n(k)$) und/oder Getriebeeingangsdrehzahl im nächsthöheren Gang ($n(k+1)$) und/oder Getriebeeingangsdrehzahl im nächstniedrigen Gang ($n(k-1)$) und/oder dem eingelegten Gang (k), insbesondere bei einem Gangwechsel, direkt oder indirekt über logische Verknüpfung (-en) und/oder einen Vergleich der Signale mit definierten Grenzwerten gewonnen wird.

10. Steuereinrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine Fahrpedalrechneereinheit (6) die Fahrpedalsignalwerte (φ) zyklisch und/oder antizyklisch abtastet und die über ($m+1$) Abtastintervalle (ΔT) erfaßten und in einer Speichereinheit (67) abgespeicherten Fahrpedalsignalwerte

($\varphi(t-i\Delta T)$; $i = 0, 1, 2, \dots, m$) laufend aktualisiert und aus diesen Werten die Fahrpedalaktivität (φ) berechnet und an Kennlinienwandler (9, 13, 17, 19, 22, 24, 29, 32, 36 und 39) zur gezielten Veränderung der Grenzwerte von Schaltentscheidungen ausgeben und daß die durch Sensoren erfaßten Signale:

- Querbeschleunigung (q),
- Bremsvorgang,
- Schubbetrieb,
- Fahrzeuggeschwindigkeit (v), aus dem mittels eines Differentiators ein Verzögerungssignal (v) gewonnen wird,
- der Getriebeausgangsdrehzahl (n) und dem eingelegten Gang (k), aus der eine Getriebe-Spähereinheit (4) die Signale
- Getriebeeingangsdrehzahl ($n(k)$),
- Getriebeeingangsdrehzahl im nächsthöheren Gang ($n(k+1)$),
- Getriebeeingangsdrehzahl im nächstniedrigen Gang ($n(k-1)$), berechnet und ausgibt,
- ein Leistungssollwertsignal (P_s), das mittels eines Kennlinienwandlers (25) aus der Fahrpedalstellung (φ) bestimmt wird,

durch Komparatoren mit den Grenzwerten verglichen und/oder in logischen Schaltkreisen zu Schaltsignalen verarbeitet werden und an die Ablaufsteuerung (3) zur Weiterverarbeitung abgegeben werden und daß die Wartezeit (t_w), bis hochgeschaltet wird, durch einen Kennlinienwandler (19) aus der Fahrpedalaktivität (φ) bestimmt und an die Ablaufsteuerung ausgegeben wird.

11. Steuereinrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die in die Ablaufsteuerung (3) eingegebenen Schaltsignale einer Prioritätensteuerung unterworfen werden, die als logischer Schaltkreis aufgebaut ist.

12. Steuereinrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Prioritätensteuerung Bestandteil der Ablaufsteuerung (3) ist.

13. Steuereinrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß ein Digitalrechner die Aufgabe der Rechen- und Vergleichsschaltungen sowie der Ablaufsteuerung übernimmt.

14. Steuereinrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Kennlinienwandler als (löschen- und programmierbare) Nur-Lese-Speicher (ROM, PROM, EPROM) ausgeführt sind, in denen die Kennlinien quasikontinuierlich abgespeichert sind.

15. Steuereinrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die durch Kennlinienwandler nachgebildeten Kennlinien jeweils gangabhängig verschieden sind.

16. Steuereinrichtung nach Anspruch 14 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Kennlinien der jeweiligen Kennlinienwandler für die einzelnen Gänge durch additive Vielfache auseinander hervorgehen.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung nach der Gattung des Hauptanspruchs.

Üblicherweise wird eine automatische Getriebe- steuerung nach folgenden Kriterien ausgelegt: Entweder soll sie eine möglichst ökonomische oder eine mög-

lichst leistungsorientierte Fahrweise zulassen. Aufgrund der Eigenschaften des Ottomotors ist es nicht möglich, beide Kriterien zugleich zu erfüllen. Deshalb kommt häufig nur ein Kompromiß zwischen beiden Extrema in Frage, da ein rein verbrauchsorientiertes Schaltprogramm nicht genügend Sicherheitsreserven bei kritischen Verkehrssituationen bietet und bei einem leistungsorientierten Schaltprogramm der Kraftstoffverbrauch zu hoch ist.

10 Eine weitere Möglichkeit ist die manuelle Umschaltung zwischen einem "Economy"- und einem "Power"-Programm, (Automobiltechnische Zeitschrift 85, Heft 6/1983, Seite 401 - 405). Bei dieser Lösung muß der Fahrer erst einen Umschalter betätigen, bevor er das entsprechende Schaltprogramm zur Verfügung gestellt bekommt. Dem Fahrer werden nur zwei alternative Extrema angeboten, die entweder nur eine verbrauchsorientierte oder eine leistungsorientierte Fahrweise zulassen.

20 Dieser Getriebeautomat kann ferner bei Kurvenfahrten oder beim Bremsen oder beim Übergang zum Schubetrieb (Heruntergehen vom Fahrpedal) nicht situationsgerecht schalten, da ihm als einziger Informationsgeber über die Verkehrssituation nur die momentane Fahrpedalinformation vom Fahrzeugführer zur Verfügung steht. Geht der Fahrer am Kurveneingang oder vor dem Bremsen oder beim Übergang in den Schubetrieb vom Fahrpedal, so leitet der Getriebeautomat eine Hochschaltung ein. Gibt der Fahrer aus- 30 gangs der Kurve oder nach dem Bremsvorgang oder nach Beendigung des Schubetriebs wieder Gas, so muß die Automatik erst zurückschalten, bevor der Fahrer die angeforderte Leistung bekommt. Das bedeutet Zeitverlust, Einbußen beim Fahrkomfort und darüber hinaus zusätzlichen Kupplungs- und Getriebeverschleiß.

35 Neben der Beeinträchtigung des Bedienungskomforts ist schließlich ein zusätzlicher Zeitverlust für das "Suchen" und "Betätigen" des Umschalters notwendig, falls kurzfristig, (z. B. aufgrund der Verkehrssituation), vom "Economy-" auf das "Power"-Programm umgeschaltet werden soll.

40 Zur Vermeidung dessen wird in der DE-OS 28 11 574 eine Automatisierung der manuellen Umschaltung vorgeschlagen; eine Programmsteuereinheit wird dann vom verbrauchsoptimalen auf den leistungsoptimalen Betrieb umgeschaltet, wenn die (momentane) Auslenkungsgeschwindigkeit des Fahrpedals einen vorbestimmten Wert überschreitet. Dadurch wird zwar eine selbsttätige Umschaltung erreicht, jedoch geht hierbei 45 die vorteilhafte Speicherwirkung des mechanischen Umschalters verloren. Denn wegen der fehlenden Speicherwirkung muß jedesmal, wenn zügig gefahren werden soll oder muß, von neuem durch schnelles Durchtreten des Fahrpedals das leistungsoptimale Schaltprogramm angefordert werden, was sich letztlich in erhöhtem Kraftstoffverbrauch und "ruckiger" Fahrweise äußert.

50 Aus der DE-OS 30 12 896 geht eine Umschaltsteuerung für ein automatisches Getriebe hervor, die drei Schaltprogramme, durch welche unterschiedliche Bezugsumschaltgeschwindigkeiten festgelegt werden, selbsttätig anwählt. Die Anwahl wird über einen Mittelwert aus einem Belastungssignal gewonnen, welcher durch n -maliges Abtasten einer belastungsrelevanten 55 Größe (Drosselklappenstellung der Brennkraftmaschine) ermittelt wird.

Diese Art der Schaltprogrammsteuerung weist jedoch ebenfalls nur ein begrenztes Gedächtnis auf, da

nach dem n -maligen Abtasten ein neuer Mittelwert bestimmt und spätestens dann ein vorher berechneter Mittelwert gelöscht wird. Darüber hinaus kann jedoch diese Schaltprogrammansteuerung nicht schnell genug erfolgen, da ja erst nach n Programmdurchläufen ein neuer Mittelwert feststeht.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Steuerung für eine Kupplungs-Getriebe-Einheit zu schaffen, die sich, ausgehend von einem möglichst verbrauchsoptimalen Schaltprogramm, dem Fahrverhalten des Fahrers und der gerade vorherrschenden Fahr- bzw. Verkehrssituation anpaßt, ohne daß zusätzliche Bedienelemente betätigt werden müssen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Weitere, die Erfindung ausgestaltende Merkmale sind in den Unteransprüchen enthalten.

Die Vorteile, die mit der Erfindung hauptsächlich erzielt werden, sind darin zu sehen, daß mit einfachen Mitteln eine Steuerung für eine Kupplungs-Getriebe-Einheit geschaffen ist, die sich, ausgehend von einem möglichst verbrauchsoptimalen Schaltprogramm, dynamisch an das Fahrverhalten des Fahrers und die gerade vorherrschende Fahr- bzw. Verkehrssituation anpaßt, ohne daß zusätzliche Bedienelemente betätigt werden müssen. Durch den "stetigen" Übergang vom verbrauchorientierten zum leistungsorientierten Schaltprogramm kann dem Fahrer jeweils die Fahrleistung gegeben werden, die er anfordert, wobei in allen Bereichen immer auf möglichst niedrigen Kraftstoffverbrauch geachtet wird. Neben der Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs wird zusätzlich die Fahrsicherheit erhöht, und zwar durch die situationsgerecht ausgeführten Schaltvorgänge, so auch in Kurven, beim Bremsen und bei Schubetrieb. Durch die Reduzierung der Schaltvorgänge wird der Getriebe- und Kupplungsverschleiß vermindert und der Fahrkomfort weiter erhöht.

Die Erfindung ist beispielhaft in den Zeichnungen dargestellt und wird nachstehend erläutert.

Es zeigt

Fig. 1 ein Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Steuerung für eine Kupplungs-Getriebe-Einheit.

Fig. 2 ein Blockschaltbild für eine Prioritätensteuerung.

Fig. 3-6 zeigen weitere Ausführungen des Blockschaltbildes nach Fig. 1.

Fig. 6 ein Blockschaltbild für die Realisierung der Steuerung mittels eines Digitalrechners.

In Fig. 1 ist mit 1 eine Kupplungs-Getriebe-Einheit bezeichnet. Schaltventile 2 dienen dazu, eine oder mehrere Kupplungen zu betätigen bzw. die Gänge zu wechseln. Die Schaltventile 2 erhalten ihre Signale von einer Ablaufsteuerung 3. Eine Getriebe-Speichereinheit 4 erhält von der Kupplungs-Getriebe-Einheit 1 die Werte Getriebeausgangsdrehzahl n und eingelegter Gang k . In der Getriebe-Speichereinheit 4 werden die Werte Getriebeeingangsdrehzahl $n(k)$, Getriebeeingangsdrehzahl im nächstniedrigen Gang $n(k-1)$ und Getriebeeingangsdrehzahl im nächsthöheren Gang $n(k+1)$ zur weiteren Verarbeitung bereitgehalten; diese werden aus der Getriebeausgangsdrehzahl n und dem eingelegten Gang k in einer nicht gezeigten Rechereinheit berechnet. Ferner gibt ein Fahrpedal 5 ein der Fahrpedalstellung proportionales Fahrpedalsignal ϕ ab.

Diese Parameter werden üblicherweise zur Getriebe-steuerung herangezogen. Wie aus dem Blockschaltbild und der nachfolgenden Beschreibung zu entnehmen ist, geht zusätzlich die Querb beschleunigung, die Verzöge-

rung und der Schubetrieb in die Getriebe-steuerung ein. Darüber hinaus erhält die Getriebe-steuerung eine "Lernfähigkeit", d. h., eine Fähigkeit, die Schaltvorgänge optimal an den Fahrstil des jeweiligen Fahrers, der gerade das Fahrzeug bewegt, und an die gerade vorherrschende Fahr- bzw. Verkehrssituation anzupassen.

Zur Realisierung dieser Lernfähigkeit wird die Tatsache herangezogen, daß sich der Fahrstil des Fahrers bzw. dessen Reaktion auf Verkehrssituationen in erster Linie in unterschiedlichem Niedertreten des Fahrpedals äußert. Die Fahrpedalstellung bzw. ihre Änderung in der Vergangenheit und der Gegenwart kann daher als repräsentative Größe für die Gewinnung eines Steuerparameters herangezogen werden, um diese "Lernfähigkeit" realisieren zu können; dieser Steuerparameter wird nachfolgend Fahrpedalaktivität $\bar{\phi}$ genannt.

Dazu fragt eine Fahrpedalrechereinheit 6 das Fahrpedalsignal ϕ zyklisch oder antizyklisch ab und speichert den abgetasteten Wert $\phi(i)$ in der Fahrpedalspeichereinheit 7 ab. In dieser sind $(m+1)$ -Werte ϕ des Fahrpedalsignals aus $(m+1)$, vergangenen Abtastintervallen ΔT abgespeichert; diese werden in jedem Abtastintervall zyklisch erneuert. Die Fahrpedalrechereinheit 6 berechnet aus den abgespeicherten Werten über eine gewichtete Summe die Fahrpedalaktivität $\bar{\phi}$.

Ein Querb beschleunigungssensor 8 erfaßt die Querb beschleunigung des Fahrzeuges und gibt ein ihr entsprechendes Signal q ab. Über einen Kennlinienwandler 9 wird aus der Fahrpedalaktivität $\bar{\phi}$ ein Wert q_{max} bestimmt, der die obere Grenze für eine Hochschaltung darstellt. Ein Komparator 10 vergleicht q mit q_{max} . Ist $q > q_{max}$, so gibt der Komparator 10 ein Signal, das einen eventuellen Hochschaltvorgang unterbindet, an die Ablaufsteuerung 3 ab.

Ein Geschwindigkeitssensor 11 erfaßt die Fahrzeuggeschwindigkeit und erzeugt ein Geschwindigkeitssignal v , aus dem ein Differenzierer mit Vorzeichenumkehr 12 ein Verzögerungssignal \dot{v} gewinnt. Ein Kennlinienwandler 13 formt die Fahrpedalaktivität $\bar{\phi}$ in ein Signal \dot{v}_{min} um, das die minimale Verzögerung darstellt, oberhalb der noch ein Rückschaltvorgang angefordert wird. Ein Komparator 14 vergleicht \dot{v} mit \dot{v}_{min} ; ist $\dot{v} < \dot{v}_{min}$, wird kein Rückschaltsignal an ein UND-Glied 15 abgegeben, ist $\dot{v} > \dot{v}_{min}$, wird ein Rückschaltsignal an das UND-Glied 15 abgegeben. Ferner erhält das UND-Glied 15 ein Signal von einem Bremspedalschalter 16, wenn das Bremspedal betätigt ist. Ein Kennlinienwandler 17 ordnet der Fahrpedalaktivität $\bar{\phi}$ eine Maximaldrehzahl im nächstniedrigen Gang $n(k-1)_{max}$ zu. Ein Komparator 18 vergleicht $n(k-1)_{max}$ mit $n(k-1)$, das er von der Getriebe-Speichereinheit 4 erhält; ist $n(k-1) > n(k-1)_{max}$, erfolgt kein Rückschaltsignal an das UND-Glied 15, ist die Bedingung nicht erfüllt, so wird ein Rückschaltsignal an das UND-Glied 15 abgegeben. Nur wenn alle drei Bedingungen erfüllt sind, gibt das UND-Glied 15 ein Rückschaltsignal an die Ablaufsteuerung 3 ab.

Ein Kennlinienwandler 19 erzeugt aus der Fahrpedalaktivität $\bar{\phi}$ ein Wartesignal t_w , was der Ablaufsteuerung 3 zugeführt wird, zur Bestimmung der Wartezeit, bis hochgeschaltet wird.

Ein Fahrpedalschalter 20 gibt bei nicht gedrücktem Fahrpedal (Schubetrieb) ein Signal an die Ablaufsteuerung 3 ab, damit nicht hochgeschaltet wird.

Ein Komparator 21 vergleicht ständig die aktuelle Getriebeeingangsdrehzahl $n(k)$ von der Getriebe-Speichereinheit 4 mit der Maximaldrehzahl n_{max} , die über einen Kennlinienwandler 22 aus der Fahrpedalaktivität

$\bar{\varphi}$ bestimmt wird. Ist $n > n_{max}$, so gibt der Komparator 21 ein Hochschaltsignal an die Ablaufsteuerung 3 ab; ist $n < n_{min}$, wird kein Signal abgegeben. Ein Komparator 23 dient zum laufenden Vergleich der aktuellen Getriebeeingangsdrehzahl $n(k)$ von der Getriebe Speichereinheit 4 mit der vom Kennlinienwandler 24 aus der Fahrpedalaktivität $\bar{\varphi}$ bestimmten Minimaldrehzahl n_{min} . Ist $n < n_{min}$, so wird ein Rückschaltssignal an die Ablaufsteuerung 3 gegeben, andernfalls nicht. Die Funktionen der Komparatoren 21 und 23 haben vor allen anderen an die Ablaufsteuerung 3 angeschlossenen Komponenten Vorrang, da sie als Schutzfunktionen für Motor und Getriebeeinheit dienen.

Ein Kennlinienwandler 25 erzeugt aus dem Fahrpedalsignal $\bar{\varphi}$ keinen Leistungssollwert P_s . Ein Komparator 26 vergleicht den Leistungssollwert P_s mit einer Rückschaltleistung P_r . Die Rückschaltleistung P_r wird durch ein Addierglied 27 gebildet, aus der Summe einer Schaltgrenzleistung P_{sg} und einer Rückschaltpunkthystereseleistung P_{ph} . Die Schaltgrenzleistung P_{sg} wird durch einen Kennlinienwandler 28, der die Schaltlinie nachbildet, aus der Getriebeeingangsdrehzahl n gewonnen, die Rückschaltpunkthystereseleistung P_{ph} mittels eines Kennlinienwandlers 29 aus der Fahrpedalaktivität $\bar{\varphi}$. Falls der Leistungssollwert P_s größer ist als die Rückschaltleistung P_r , gibt der Komparator 26 ein Rückschaltssignal an ein UND-Glied 30 ab. Ein Komparator 31 überprüft, ob die Drehzahl im nächstniedrigen Gang $n(k-1)$ aus der Getriebe Speichereinheit 4 nicht höher ist als die Maximaldrehzahl im nächstniedrigen Gang $n(k-1)_{max}$, die durch einen Kennlinienwandler 32 aus der Fahrpedalaktivität $\bar{\varphi}$ bestimmt wird; ist das nicht der Fall, gibt der Komparator 31 ein Rückschaltssignal an ein UND-Glied 30 ab. Nur wenn von beiden Komparatoren 26 und 31 zugleich Rückschaltssignale vorliegen, erhält die Ablaufsteuerung 3 von dem UND-Glied 30 den Befehl zum Rückschalten.

Die Anforderung für eine Hochschaltung läuft auf ähnliche Weise ab: Ein Komparator 33 vergleicht die angeforderte Solleistung P_s mit einer Hochschaltleistung P_h . Die Hochschaltleistung P_h wird in einem Subtrahierglied 34 aus der Differenz einer Schaltgrenzleistung im nächsthöheren Gang $P_{sg}(k+1)$ und einer Hochschalthystereseleistung P_{hph} bestimmt. Die Schaltgrenzleistung im nächsthöheren Gang $P_{sg}(k+1)$ wird durch einen Kennlinienwandler 35, der eine Schaltlinie im nächsthöheren Gang nachbildet, aus der Drehzahl im nächsthöheren Gang (aus der Getriebe Speichereinheit 4) bestimmt. Die Hochschalthystereseleistung P_{hph} erhält man aus einem Kennlinienwandler 36 aus der Fahrpedalaktivität $\bar{\varphi}$. Falls die Solleistung P_s kleiner als die Hochschaltleistung P_h ist, gibt der Komparator 33 ein Hochschaltsignal an ein UND-Glied 37 ab, sonst nicht.

Ein Komparator 38 vergleicht die Drehzahl im nächsthöheren Gang $n(k+1)$ (aus der Getriebe Speichereinheit 4) mit einer Minimaldrehzahl im nächsthöheren Gang $n(k+1)_{min}$; die Minimaldrehzahl im nächsthöheren Gang $n(k+1)_{min}$ wird über einen Kennlinienwandler 39 aus der Fahrpedalaktivität $\bar{\varphi}$ ermittelt. Ist $n(k+1) > n(k+1)_{min}$, so gibt der Komparator 38 ein Hochschaltsignal an das UND-Glied 37 ab, andernfalls nicht.

Nur wenn von beiden Komparatoren 33 und 38 Hochschaltsignale vorliegen, gibt das UND-Glied 37 an die Ablaufsteuerung 3 den Befehl zum Hochschalten. Zum besseren Verständnis seien noch einige Anmerkungen gemacht:

Die Funktionsblöcke 26, 27 und 29 sowie 33, 34 und 36

dienen der "Schaltberuhigung", d. h., daß das Getriebe nicht dauernd Hoch- bzw. Rückschaltvorgänge durchführt, wenn sich der Betriebspunkt des Systems an der Schaltlinie bewegt. Die Schaltlinie wird also zu einer "Schalthysterese" auseinandergezogen.

Die Parameter, die die Gangwahl bestimmen, lassen sich mit der Fahrpedalaktivität $\bar{\varphi}$ variieren (aus den Angaben in den Klammern ist zu ersichen, wie sich die Werte mit ansteigender Fahrpedalaktivität verändern):

- Schaltgrenze für Hochschaltung (erhöhen),
- Schaltgrenze für Rückschaltung (verringern),
- Schalthysteresenbreite (verringern),
- Minimaldrehzahl im eingelegten Gang (erhöhen),
- Maximaldrehzahl im eingelegten Gang (erhöhen),
- Minimaldrehzahl im nächsthöheren Gang (erhöhen),
- Maximaldrehzahl im nächstniedrigen Gang (erhöhen),
- Maximale Querbewegung bei der noch hochgeschaltet werden kann (verringern),
- Minimale Verzögerung, um beim Bremsen eine Rückschaltung auszulösen (verringern),
- Maximal mögliche Drehzahl im nächstniedrigen Gang, die beim Bremsen noch eine Rückschaltung erlaubt (erhöhen),
- Wartezeit beim Hochschalten (erhöhen).

Alle Kennlinienwandler können oder müssen, jeweils abhängig vom eingelegten Gang k , verschiedene Kennlinien nachbilden. Diese Abhängigkeiten sind der Übersichtlichkeit wegen im Schemabild weggelassen.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird der Ablaufsteuerung 3 eine Prioritätensteuerung vorgeschaltet, die die Eingangssignale entsprechend ihrer Wichtigkeit zur Ablaufsteuerung durchschaltet. Eine Lösung für eine derartige Prioritätensteuerung mit logischen Schaltgliedern wird anhand des Schemabildes nach Fig. 2 erklärt; dabei sind die an die Eingänge der Ablaufsteuerung 3 angeschlossenen Funktionsglieder aus Fig. 1, mit Ausnahme des Kennlinienwandlers 19, auf der linken Seite angedeutet, die Ablaufsteuerung 3 auf der rechten Seite:

Ein UND-Glied 40 schaltet nur dann ein Hochschaltsignal $H3$ von einem UND-Glied 37 durch, wenn an einem NICHT-ODER-Glied 41 weder vom Fahrpedalschalter 20 noch vom Komparator 10, der die Querbewegung überwacht, ein Signal zur Blockierung eines Hochschaltvorgangs vorliegt.

Ein ODER-Glied 42 gibt ein Rückschaltssignal $R2$ ab, wenn ein Rückschaltssignal vom UND-Glied 30 oder vom UND-Glied 15, das die Bremsfunktion überwacht, oder von beiden UND-Gliedern vorliegt.

Ein ODER-Glied 43 gibt ein Hochschaltsignal H an die Ablaufsteuerung 3 ab, wenn entweder von einem UND-Glied 44 oder von einem UND-Glied 45 oder von beiden UND-Gliedern ein Signal vorliegt. Das UND-Glied 44 gibt nur dann ein Signal ab, wenn vom Komparator 21 ein Hochschaltsignal $H1$ und kein Rückschaltssignal $R1$ vom Komparator 23 vorliegt, das UND-Glied 45 gibt nur dann ein Hochschaltsignal ab, wenn vom UND-Glied 40 ein Hochschaltsignal $H2$ und kein Rückschaltssignal $R2$ vom ODER-Glied 42 und kein Rückschaltssignal $R1$ vom Komparator 23 vorliegt.

Ein ODER-Glied 46 gibt ein Rückschaltssignal R an die Ablaufsteuerung 3 ab, wenn entweder von einem

UND-Glied 47 oder von einem UND-Glied 48 oder von beiden ein Signal vorliegt. Das UND-Glied 47 gibt nur dann ein Signal ab, wenn vom Komparator 23 ein Rückschaltsignal $R 1$ und kein Hochschaltsignal vom Komparator 21 vorliegt. Das UND-Glied 48 gibt nur dann ein Signal ab, wenn kein Hochschaltsignal $H 1$ vom Komparator 21 und kein Hochschaltsignal $H 2$ vom UND-Glied 40 und vom ODER-Glied 42 ein Rückschaltsignal $R 2$ vorliegt.

Es ist ferner sinnvoll, die Fahrpedalaktivität $\bar{\varphi}$ abhängig von bestimmten Betriebszuständen auf einen Grundwert zurückzusetzen. Dieser Grundwert kann einem Anfangswert entsprechen, auf den die Fahrpedalaktivität $\bar{\varphi}$ durch die Fahrpedalrechneereinheit 6 nach einer Unterbrechung des Zündstromes notwendigerweise gesetzt wird (Rechnerinitialisierung). Der Grundwert kann aber auch dem Wert der Fahrpedalaktivität $\bar{\varphi}$ bei einem über $(m+1)$ Abtastintervallen unbetätigten Fahrpedal, insbesondere dem Wert Null, entsprechen.

In Fig. 3 ist ein Beispiel für eine entsprechende Erweiterung des Blockschaltbildes nach Fig. 1 dargestellt. Das Zurücksetzen der Fahrpedalaktivität $\bar{\varphi}$ auf den Grundwert kann durch die Fahrpedalrechneereinheit 6 bei einem Wechsel des eingelegten Ganges k und/oder bei einem Rücksetzsignal von einem ODER-Glied 49 erfolgen.

Das ODER-Glied 49 gibt ein Rücksetzsignal an die Fahrpedalrechneereinheit 6 ab, wenn an einem oder mehreren oder allen seinen Eingängen Signale anliegen. Diese Signale werden erzeugt von

- dem Fahrpedalschalter 20;
- einem UND-Glied 50, wenn vom Fahrpedalschalter 20 und von einem Komparator 51 gleichzeitig Signale anstehen, wobei der Komparator 51 dann ein Signal abgibt, wenn die Querbewegung q kleiner ist als eine minimale Querbewegung $c 1$;
- einem Komparator 52, wenn die Geschwindigkeit v kleiner ist als eine minimale Geschwindigkeit $c 2$;
- dem Bremspedalschalter 16;
- einem UND-Glied 53, wenn vom Bremspedalschalter 16 und von einem Komparator 54 gleichzeitig Signale anstehen, wobei dies vom Komparator 54 dann erfolgt, wenn die Verzögerung \dot{v} kleiner ist als eine minimale Verzögerung $c 3$;
- von einem Komparator 55, wenn die Getriebeingangsdrehzahl in nächsthöheren Gang $n(k+1)$ kleiner ist als eine Minimaldrehzahl $c 4$;
- von einem Komparator 56, wenn die Getriebeingangsdrehzahl $n(k)$ kleiner ist als eine Minimaldrehzahl $c 5$;
- von einem Komparator 57, wenn die Getriebeingangsdrehzahl $n(k-1)$ kleiner ist als eine Minimaldrehzahl $c 6$.

In vorteilhafter Weise können die Eingangssignale des ODER-Glieds 49 auch direkt in der Fahrpedalrechneereinheit 6 logisch verknüpft werden. Ein Beispiel dafür zeigt Fig. 4.

Weiter besteht die Möglichkeit, die Signale des Fahrpedalschalters 20, des Querbewegungssensors 8, des Geschwindigkeitssensors 11, des Differenzierers 12, des Bremspedalschalters 16, der Getriebespeichereinheit 4 und der Kupplungs-Getriebe-Einheit 1 auch direkt mit der Fahrpedalrechneereinheit 6 zu erfassen und zu Rücksetzkriterien für die Fahrpedalaktivität $\bar{\varphi}$ zu

verarbeiten, wie dies im Beispiel nach Fig. 5 dargestellt ist.

Die in den Fig. 3 bis 5 zu Rücksetzkriterien verarbeiteten Signale müssen nicht zwingend in ihrer vollen Anzahl verwendet werden, es genügen auch einzelne, etwa die Änderung des eingelegten Ganges k und des Fahrpedalschalters 20 und vielleicht noch des Bremspedalschalters 16.

Ferner kann die Aufgabe der Rechen- und Vergleichsschaltungen sowie der Ablaufsteuerung, auch mittels eines Digitalrechners 59 gelöst werden, wie das in Fig. 6 zeichnerisch dargestellt ist. Die Signale der Sensoren Fahrpedal 5, Fahrpedalschalter 20, Querbewegungssensor 8, Geschwindigkeitssensor 11 und Bremspedalschalter 16 sowie die an der Kupplungs-Getriebe-Einheit 1 erfaßten Signale Getriebeausgangsdrehzahl n und eingelegter Gang k werden in den Digitalrechner eingegeben. An den Digitalrechner 59 angeschlossen ist eine Speichereinheit 60, in der auch die Kennlinien der Kennlinienwandler gemäß den Unteransprüchen 16 bis 18 abgelegt sind. Der Digitalrechner 59 steuert direkt die Schaltventile 2 an, die die Elemente der Kupplungs-Getriebe-Einheit 1 betätigen.

Hierzu 6 Blatt Zeichnungen

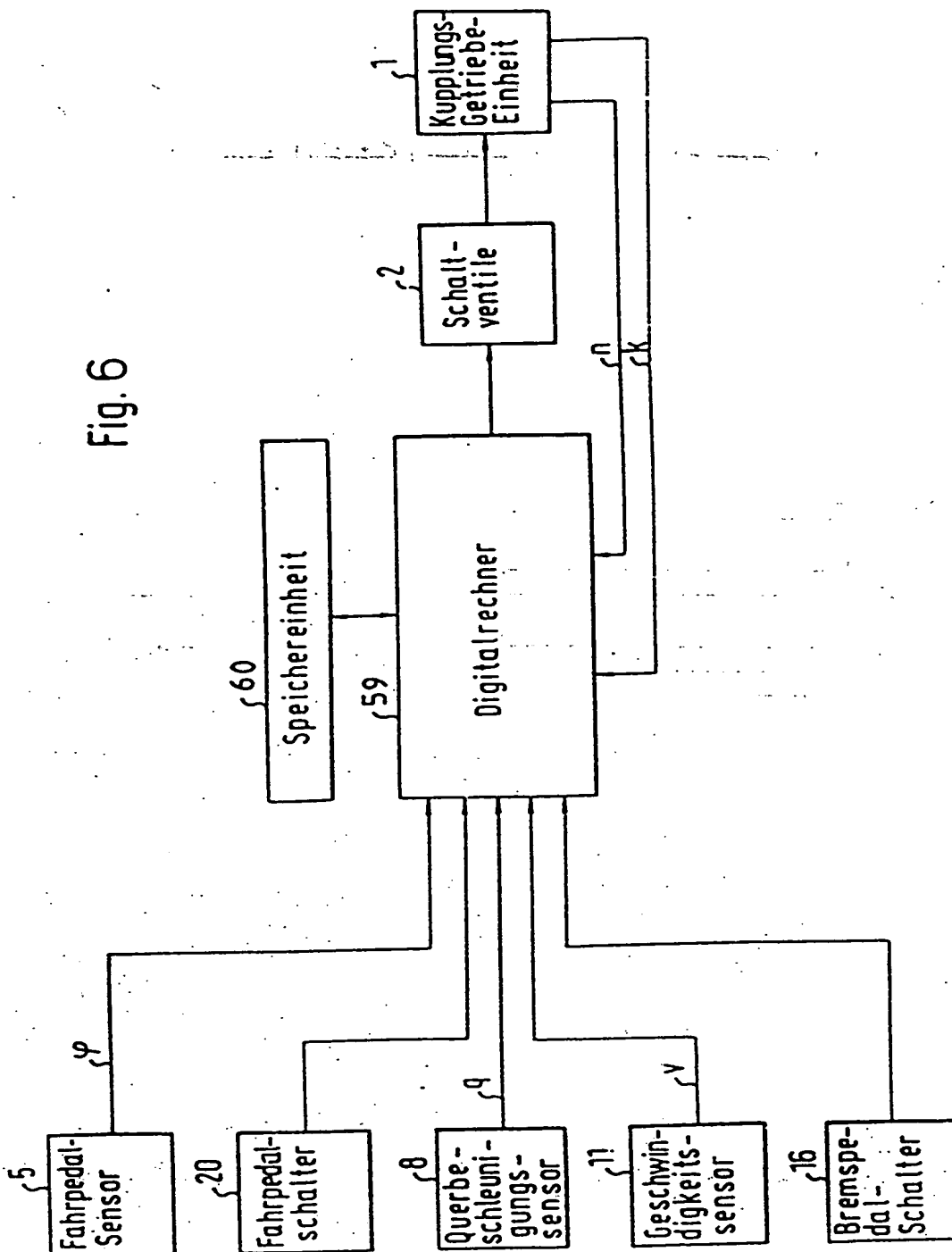


Fig. 5

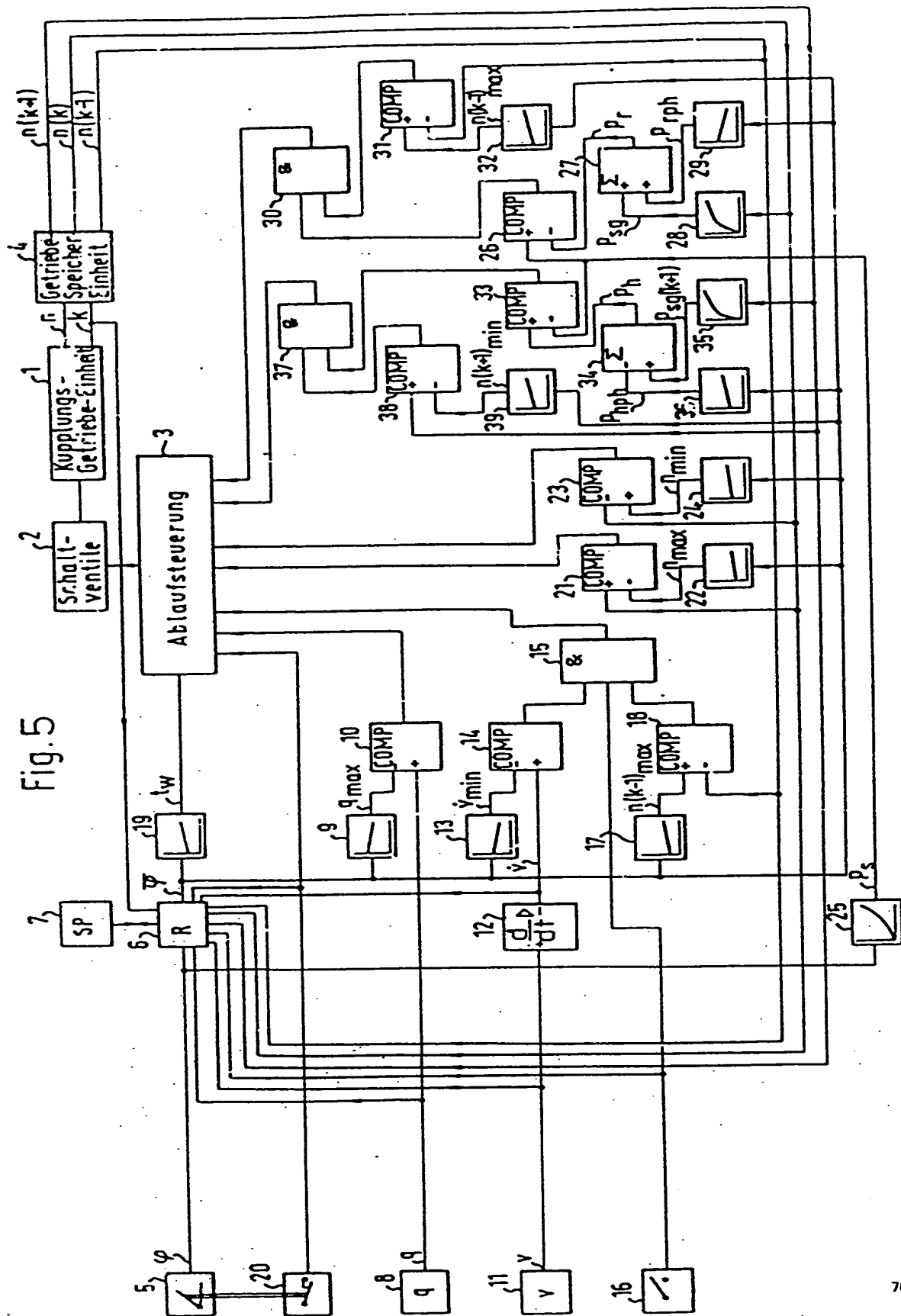


Fig. 4

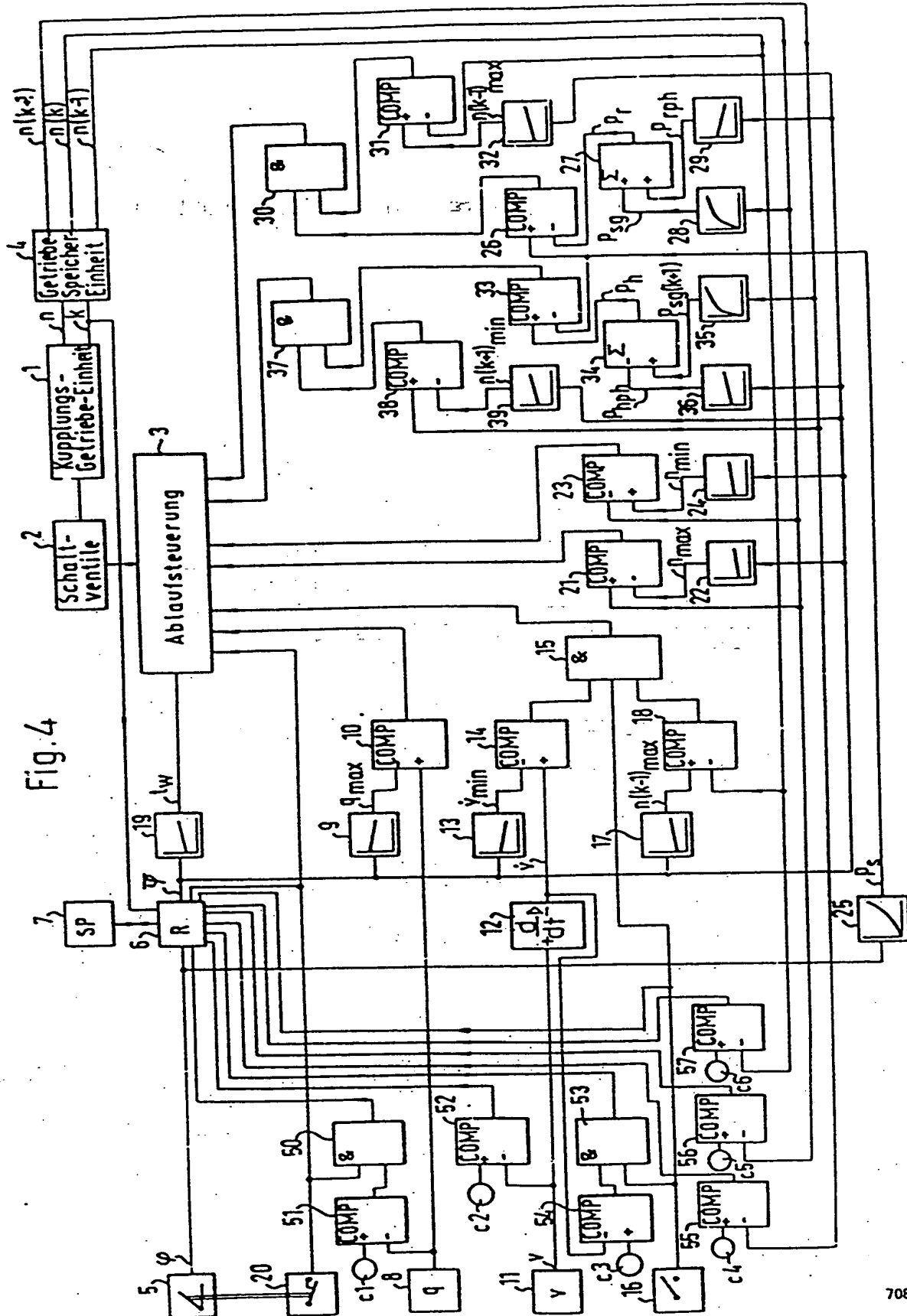


Fig. 3

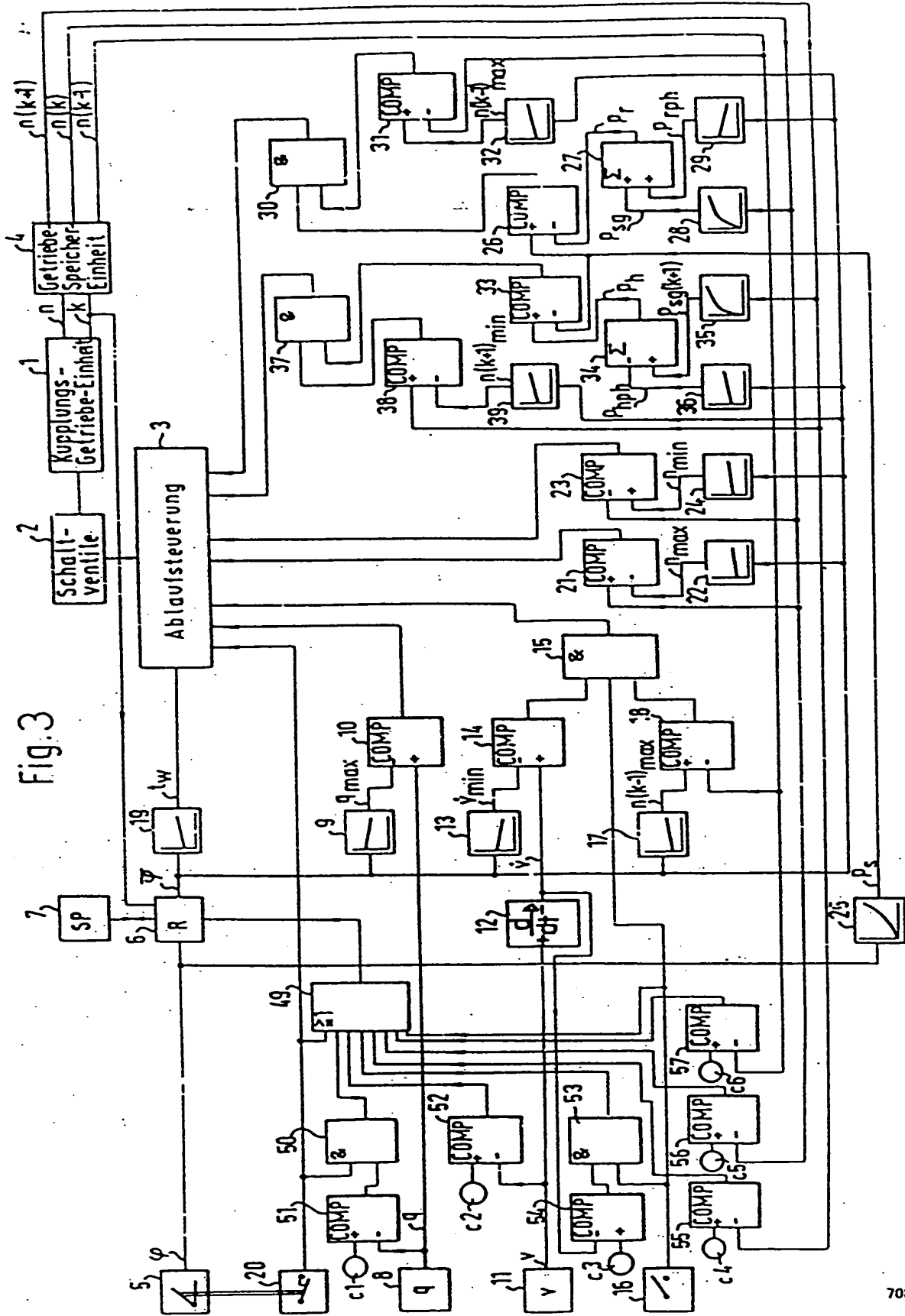


Fig.2

